

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-117438

(43)Date of publication of application : 26.04.1994

(51)Int.Cl.

F16C 33/32  
C21D 9/36  
C21D 9/40  
C23C 8/22  
C23C 8/30  
F16C 33/34  
F16C 33/62

(21)Application number : 04-286981

(71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing : 30.09.1992

(72)Inventor : TSUSHIMA MASAYUKI  
NAKAJIMA HIROKAZU  
KASHIWAMURA HIROSHI

## (54) ROLLING BEARING FORMED OF CEMENTED STEEL

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain long life by specifying the carbon content of bearing rings and a rolling element formed of cemented steel, the hardness of a surface hardened layer and a core part, the ratio of surface hardened layer depth to the diameter of the rolling element, the residual austenite quantity of the surface hardened layer, the size of the tissue, and the residual carbide quantity.

CONSTITUTION: Each of bearing rings and a rolling element formed of cemented steel of 0.15-1.40% in carbon content is formed of a surface hardened layer of 0.80% or more in carbon content and HRC 58 or higher in Rockwell C hardness, and a core part of HRC 48 to 58 in the Rockwell C hardness. The ratio of surface hardened layer depth to the rolling element diameter is adjusted to 0.07 or more in the bearing ring. In addition, the residual austenite quantity of the surface hardened layer is to be 25-35%, the size of the residual austenite tissue is to be 5 $\mu$ m or less, and the residual carbide quantity is to be 10% or less. Since the deep surface hardened layer and high core part hardness are secured in the clean cemented steel, a long life can be attained even with the use under the lubricating condition of purified oil, and excellent rolling fatigue life can be manifested even to the fineness of foreign material in the lubricating oil.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.04.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3084421

[Date of registration] 07.07.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-117438

(43)公開日 平成6年(1994)4月26日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
F16C 33/32		7403-3J		
C21D 9/36				
	9/40	A		
C23C 8/22		7516-4K		
	8/30	7516-4K		

審査請求 未請求 請求項の数1(全5頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-286981

(22)出願日 平成4年(1992)9月30日

(71)出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72)発明者 対馬 全之

三重県桑名市川岸町414の15

(72)発明者 中島 碩一

岐阜県海津郡平田町三郷313

(72)発明者 柏村 博

三重県桑名市希望ヶ丘3丁目1200-267

(74)代理人 弁理士 松野 英彦

(54)【発明の名称】 浸炭処理鋼による転がり軸受

(57)【要約】

【構成】 0.15~0.40% C含有の清浄な浸炭鋼により成形された転がり軸受であって、浸炭処理と焼入れ焼戻しにより、浸炭硬化層を、炭素含有量0.8%以上、残留オーステナイト量25~35%、残留オーステナイト組織の大きさ5 $\mu$ m以下、残留炭化物量10%以下の微細組織に調質する。

【効果】 清浄油及び異物混入油による潤滑条件下での使用において長寿命であるが、特に微細な混入異物の起動面への圧入に対して、残留オーステナイト組織の塑性変形によって、軌道面表層の圧縮応力を緩和し、炭化物の制限により、マトリックス中の固溶炭素濃度の増加して、耐熱性耐摩耗性を発揮し、長寿命化する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭素含有量0.15～0.40%の浸炭鋼で形成された軌道輪及び転動体を含む転がり軸受において、

当該軌道輪及び転動体は、炭素含有量0.80%以上で且つロックウエルC硬度Hrc58以上である表面硬化層と、芯部硬度がロックウエルC硬度Hrc48以上Hrc58未満である芯部と、からなり、当該表面硬化層深さの転動体直径に対する割合が、軌道輪において0.05以上、転動体において0.07以上であって、当該表面硬化層は、残留オーステナイト量25～35%、残留オーステナイト組織の大きさ5 $\mu$ m以下、且つ残留炭化物量10%以下であることを特徴とする転がり軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、異物混入油なる潤滑環境中での使用において、転がり疲労寿命を改善した転がり軸受に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 浸炭処理鋼で成形した転がり軸受は、表面に形成した浸炭硬化層の圧縮残留応力と残留オーステナイトの存在により、すぐれた転がり疲労寿命を示すことが知られ、一般には、ずぶ焼入れした高炭素クロム軸受鋼製軸受よりも、長寿命である。

【0003】 浸炭硬化層の残留圧縮応力は、非金属介在物や表面微小亀裂周辺での応力集中を相殺して、浸炭硬化層の疲労強度を高め、また残留オーステナイトは、応力集中を塑性変形によって緩和するものとして有効である。

【0004】 近年の清浄鋼の発展により、鋼中酸素量の低減と非金属介在物の低減・微細化に伴い、高炭素クロム軸受鋼の品質向上が著しく、このずぶ焼入れ鋼に対する浸炭鋼の優位性は薄れ、特に異物混入油による潤滑条件下、例えば、自動車のトランスミッションのような歯車の摺接による摩耗粉が油中に混在するような条件下では、浸炭鋼製の転がり軸受は、上記軸受鋼製軸受に対して、十分な長寿命を発揮し得なくなった。

【0005】 このような条件下での寿命低下の原因は、転がり軸受の使用中に表層部に発生蓄積する圧縮応力の影響によるものと考えられた。即ち、異物噛み込みにより転走面表層に大きな圧縮残留応力が形成され、高荷重の場合には、圧縮残留応力の生成が硬化層のかなりの深部にまで及び、すなわち、この部位の硬度が実質的に低下したことになり、寿命が低下するものと認識された。そこで、本発明者らは、既に、表面硬化層深さを、転動体の直径に対して、軌道輪において0.05以上、転動体において0.07以上の比率とし、その芯部硬度をHrc48以上とすることにより、浸炭鋼製転がり軸受の長寿命化を実現した（特開昭62-132031号）。

## 【0006】

【解決課題】 軸受の使用環境によって潤滑油中の混入異物はその構成物質、硬度、粒形状などが相違するが、密閉された潤滑油中の混入異物は、軸受の環境が改善されるに伴い微細化する傾向にあり、歯車摩耗粉で例示すれば、粒度20 $\mu$ m程度となっている。

【0007】 このような混入物の微細化の傾向の下では、微小な亀裂の集団であるピーリングが発生し、このピーリングを起点として、軸受本来の疲労形態であるブレーキングが発生するという問題が新たに生じており、従来技術において、軌道輪や転動体の転走面表層の硬化層深さと軟質の芯部硬さを規制するだけでは、寿命改善に対処し得なくなり、浸炭硬化層の微細組織を改良する必要が生じてきた。

【0008】 また、従来は、浸炭処理後に浸窒（浸炭窒化）処理を行う場合には、過度に残留オーステナイト量が増加して軟質となり、耐摩耗性が低下するという問題があった。

【0009】 本発明は、以上の問題に鑑み、浸炭鋼製の転がり軸受において、浸炭処理及び浸炭処理後の浸窒処理によって、浸炭硬化層の微細組織を調整し、異物混入潤滑条件下で優れた長寿命を発揮する転がり軸受を提供しようとするものである。

## 【0010】

【解決手段】 本発明の転がり軸受は、炭素含有量0.15～0.40%の浸炭鋼で形成された軌道輪及び転動体を含む軸受であって、当該軌道輪及び転動体は、炭素含有量0.80%以上で且つロックウエルC硬度Hrc58以上である表面硬化層と、芯部硬度がロックウエルC硬度Hrc48以上Hrc58未満である芯部と、からなり、当該表面硬化層深さの転動体直径に対する割合が、軌道輪において0.05以上、転動体において0.07以上に調整され、当該表面硬化層が、残留オーステナイト量25～35%、残留オーステナイト組織の大きさ5 $\mu$ m以下、且つ残留炭化物量10%以下であることを特徴とする。

【0011】 鋼には、0.15～0.40%Cを含有する構造用炭素鋼又は構造用低合金鋼（SCr430種、SCM430種など）の清浄鋼が使用され、上記転がり軸受部品に成形後0.80%C以上に浸炭され、かつ、後述の焼入れ焼戻し処理により上記表面硬化層特性を得るような浸炭層を形成する。

【0012】 浸炭後に焼入れ焼戻しを行って、表面硬化層を、残留オーステナイト量25～35%、残留オーステナイト組織の大きさ5 $\mu$ m以下、且つ炭化物量10%以下に調整し、精密研磨をして、転走面に仕上げる。

## 【0013】

【作用】 表面硬化層は、焼戻しマルテンサイト相と残留オーステナイト相と残留炭化物とから成っている。残留オーステナイト量は容積%で表示するが、ここに、本発

明が残留オーステナイト量25~35%とするのは、高硬度の表面硬化層に靱性を付与して、潤滑油の固形異物の表面圧入による塑性変形に対して応力発生を緩衝させる。残留オーステナイト量25%未満では、塑性変形による応力発生を緩衝させるに十分でなく、残留オーステナイト35%を超えると、塑性変形が大きく表面粗さの劣化を招き、適当でない。

【0014】残留オーステナイト組織の大きさとは、顕微鏡観察下での試料研磨エッチング面のオーステナイト組織1個の面積に等価な面積を有する円の直径に代表される大きさであるが、この大きさを5 $\mu$ m以下とするのは、微小な異物の混入に対処するため、異物圧痕内に含まれる残留オーステナイト相の数を確保して、異物の圧入の応力を緩和して表層の亀裂発生を防止する。

【0015】また、残留炭化物は、主に、焼入れ加熱時にオーステナイト相中に溶解しなかった炭化物の焼入れ後の残留物であるが、残留炭化物量は、顕微鏡観察下での試料断面の占有面積%で示し、本発明が、この残留炭化物量を10%以下と規制するのは、焼戻しマルテンサイト相の固溶炭素量を高めることになり、マトリックスの強度を高めて異物の圧下の表層内部に及ぼす圧縮応力の影響を軽減し、且つ、マトリックスに焼戻し抵抗性を与えて、使用中の温度上昇による硬化層の軟化を防止して、苛酷な使用条件での転がり寿命を確保するにある。

【0016】このような表面硬化層の組織は、浸炭後の熱処理により形成する。浸炭層を0.8%C以上に調整するには、浸炭雰囲気中のカーボンポテンシャルを0.8%以上にして所定時間で浸炭する。浸炭工程では浸炭雰囲気中で加熱した後（通常、拡散処理を伴う）、油中冷却の焼入れを行う（浸炭焼入れ）が、次いで、2次焼入れと焼戻しを行う。2次焼入れ温度を820~870℃の範囲に調整して、250℃以下、特に200℃以下の温度で焼戻す。

【0017】2次焼入れの際のマルテンサイト変態過程の残留オーステナイト安定化には、素材の化学組成の他に、熱処理工程で付与可能な浸炭層中のC、Nが寄与し、処理温度条件では、オーステナイト化温度が寄与する。他方、マルテンサイト変態後の炭化物は、専ら、オーステナイト化温度での未溶解セメンタイトであり、従って、炭化物量は、オーステナイト化温度での、Fe-Fe<sub>3</sub>C状態図Acm線上の炭素量からの過剰炭素量で概ね定まり、浸炭層中のCとオーステナイト化温度で決まる。他の元素では、Nが炭化物量を低減する。

【0018】浸炭層を0.8~1.0%Cに選ぶと、2次焼入れ温度を820~870℃の範囲に調整して、200℃以下の温度で焼戻すことにより、残留オーステナイト量25~35%、残留オーステナイト組織の大きさ5 $\mu$ m以下を得る。2次焼入れ温度は高温ほどオーステナイトを安定化させるので、870℃を超えると、残留オーステナイト量の増加とともに残留オーステナイト組織が粗大化する。一方820℃以下の時は、残留オーステナイト量25%以下に低下する。

【0019】本発明の表面硬化層は、浸炭層に浸炭窒化処理を行うことによっても、実現できる。この場合には、浸炭焼入れ後に、上記の2次焼入れに代えて、浸炭窒化後直ちに焼入れする。浸炭層の窒素増加は、固溶炭素量を増加させるので、残留炭化物量が低下するが、オーステナイトを安定化させるので、浸炭窒化直後の焼入れ温度を800~840℃に低下させて、焼入れ後の残留オーステナイトの組織の大きさとその量を上記所定範囲に調整する。このようにオーステナイト化温度を800~840℃に低下させても、浸炭層の窒素増加は、オーステナイト中の固溶炭素量を増加させ、残留炭化物量が低下するので、残留炭化物量を10%以下に成しうる。なお、残留オーステナイト量を調整する方法として、サブゼロ処理や高温焼戻を行なっても良い。

【0020】

【実施例】浸炭鋼（鋼種SCr435、0.0015%O）から、軸受（型番30206）の軌道輪と転動体を製作し、浸炭処理とその後の浸炭窒化、または2次焼入れ、焼戻しを行い、浸炭層の微細組織の調整を行い、軸受に仕上げた。

【0021】浸炭焼入れは、ガス浸炭炉により、カーボンポテンシャルCP(%)を0.8~1.25の範囲で、940℃×8hの浸炭処理と、続けて870℃×30minの焼入れ温度から油中急冷した。2次焼入れは、800~840℃×1h加熱後油中急冷し、焼戻しは、すべて180℃×2hの条件で実施した。

【0022】浸炭窒化処理を行う試料は、上述の浸炭焼入れ後に、ガス浸炭炉により、カーボンポテンシャルCP(%)を0.9~1.2の範囲で、アンモニアを浸炭ガス中7%添加して、820~860℃×2h加熱する浸炭窒化処理して、引き続き油中焼入れを行った。処理条件を表1に示す。

【0023】

【表1】

試験 番号	浸炭処理 C P (%)	浸 炭 窒 化			2 次焼入れ
		NH <sub>3</sub> (%)	C P (%)	温度×時間	
1	0.9	7 %	0.9	820℃×120min	—
2	0.9	—	—	—	—
3	0.9	—	—	—	840℃×60min
4	0.9	—	—	—	820℃×60min
5	0.9	—	—	—	800℃×60min
6	0.8	—	—	—	840℃×60min
7	1.0	—	—	—	840℃×60min
8	1.0	7 %	0.95	820℃×120min	—
9	1.1	7 %	1.05	840℃×120min	—
10	1.25	7 %	1.20	860℃×120min	—

【0024】この軸受につき、断面の浸炭層組織の顕微鏡観察と、転動寿命試験を実施した。その結果を表2に示した。

\*

試験 番号	表面硬 度HRC	表面炭素 量 (%)	残留オース テナイト量 (%)	残留炭化 物量 (%)	残留オーステナイト の大きさ (μm)	10% 寿命 (h)
1	62.0	0.90	32	5	3	458
2	62.0	0.85	35	0	10	111
3	61.5	0.87	17	10	3	321
4	62.0	0.85	15	14	2	206
5	62.5	0.87	13	20	3	153
6	61.5	0.75	20	2	3	120
7	62.0	0.95	20	15	3	209
8	62.0	0.95	35	5	5	421
9	62.0	1.06	35	7	7	305
10	62.0	1.20	40	10	10	203

【0026】寿命試験は、潤滑油タービン油56に、異物として粒径20μmの鉄粉を0.5g/l添加した潤滑条件の下で、下記の条件で行った。

軸受番号 30206

荷重Fr 1800kgf

回転数N 2000rpm

【0027】表2において、試験番号1及び8の軸受が本発明の実施例であって、転動寿命を10%寿命で評価すると、すぐれた転がり疲労寿命を示している。

【0028】試験番号2は、浸炭焼入れ後2次焼入れをしないで焼戻し処理をしたもので、浸炭層中に炭化物は残留していないが、残留オーステナイト組織が粗大となつて、短寿命となっている。試験番号3、4、5、及び7は、残留オーステナイト量が過少で、残留炭化物が増加するに伴い短寿命となり、試験番号6は、浸炭層の炭素含有量が少なく、浸炭層の強度と耐熱性が不足している。

50 【0029】試験番号1、8、9及び10は、浸炭後、

浸炭窒化処理をして、焼入れ焼戻しを行っているが、このなかで、残留炭化物量が多く、残留オーステナイト組織が粗大な試験番号9及び10の転がり軸受は寿命が短い。

# [0030]

【発明の効果】本発明の転がり軸受は、清浄な浸炭鋼によって、表面硬化層を深くかつ芯部硬度を高く確保したので、清浄油の潤滑条件下での使用においても、長寿命

を示し、特に異物混入による潤滑条件下において、残留圧縮応力の生成と、温度上昇等による臨界剪断強度の低下とによる表層の塑性変形に対する抵抗を高めて、長寿命化を図るが、さらに表面硬化層のマイクロ組織を改質して、適量の残留オーステナイト組織を微細にし、かつ炭化物量を低減して、組織マトリックス中の炭素固溶量を増加させたので、潤滑油中の異物の微細化に対しても優れた転動疲労寿命を発現させることが可能となる。

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

F16C 33/34  
33/62

識別記号

庁内整理番号

7403-3 J  
7403-3 J

F I

技術表示箇所